长株潭都市圈农业新质生产力发展水平的时空演变、障碍因素及耦合协调研究

曾群华[1,2]，刘馥瑄[3]，李 丹[3]，唐思琪[1,2]，李 明[1,2]

（1. 湖南省农业装备研究所，长沙 410128；2. 湖南省岳麓山实验室，长沙 410128；
3. 湖南科技大学建筑与设计学院，湘潭 411201）

摘要：农业新质生产力是驱动农业农村现代化的核心动力，也是破解农业发展瓶颈、重塑产业竞争新优势的关键所在。尽管已有研究取得一定进展，但仍存在尺度偏向宏观、指标体系对数字与绿色协同维度刻画不足、驱动机理分析缺乏系统归因等局限。以长株潭都市圈为研究对象，构建涵盖创新驱动、数字赋能、绿色转型、要素升级 4 个维度的农业新质生产力评价指标体系，运用熵权-TOPSIS（逼近理想解排序）模型测度 2014—2023 年长沙、株洲、湘潭3 市的农业新质生产力水平，揭示其时空演变特征；运用耦合协调模型分析 4 个子系统的协同演化特征，并借助障碍度模型识别主要障碍因子。结果表明：长株潭都市圈农业新质生产力呈“株洲领跑、长沙追赶、湘潭滞后”的阶梯状格局，位次高度稳定，区域差异显著；4 个系统的耦合协调度总体由失调向协调过渡，株洲率先进入中级协调阶段，长沙赶超势头强劲，湘潭长期徘徊于勉强协调边缘；数字赋能是制约全域发展的首要瓶颈，其中数字行业从业人员占比和信息技术、软件及技术服务收入水平是共性障碍因子，绿色转型障碍度最低，说明“两型社会”建设成效显著；时空演变的驱动机制可归纳为要素流动、技术渗透、空间重构、制度协同、生态约束 5 个维度的协同作用。研究成果可为都市圈农业新质生产力培育及区域一体化发展提供理论依据与实践参考。

关键词：长株潭都市圈；农业新质生产力；时空演变；障碍因素；耦合协调

中图分类号：F323 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2026)17－0139－12

随着新一轮科技革命和产业变革持续深化，以颠覆性技术创新为核心驱动力的新质生产力，正成为重塑全球竞争格局与引领高质量发展的重要力量[1-2]。党的二十届四中全会强调，“十五五”时期要“加快农业农村现代化，扎实推进乡村全面振兴”，并将“提升农业综合生产能力和质量效益”“加快建设农业强国”作为重点任务[3]。这一部署与 2026 年中央一号文件明确提出的“因地制宜发展农业新质生产力，促进人工智能与农业发展相结合”“加快农业生物制造关键技术创新”[4]，以及国家“十五五”规划中关于“统筹发展科技农业、绿色农业、质量农业、品牌农业，把农业建成现代化大产业”[5]的要求高度契合。上述系列重要政策均明确了当前“三农”工作的战略导向与根本遵循，将农业置于新质生产力发展的核心位置。在此背景下，系统探究农业新质生产力的时序演进、空间差异与障碍因素，既是对马克思主义生产力理论的时代化创新[6]，也是落实国家战略部署、保障粮食安全、加快实现乡村全面振兴的迫切需求[7-9]。

从理论内涵来看，农业新质生产力超越了土地、劳动力和资本等传统要素的简单叠加，其本质在于以全要素生产率跃升为核心标志，通过前沿技术重构农业生产函数，实现效率、效能与质量的统一[10-11]。这一跃升依赖于低空经济、人工智能、云

收稿日期：2026-04-12

基金项目：长沙市社科联哲学社会科学规划课题（2025CSSKKT07）；岳麓山实验室联合人才引进项目（2024RC2096）；2026 年度湖南省哲学社会科学成果评审委员会重点课题（XSP26ZDI023）；国家级大学生创新训练项目（202510534045）；湖南科技大学 2025 年大学生科研创新计划（SRIP）项目（ZX2512）

作者简介：曾群华（1978—），女，湖南新化人，博士，副教授，研究方向为区域经济与农机农艺融合；刘馥瑄（2004—），女，河北石家庄人，研究方向为城乡规划；李丹（1990—），女，湖南涟源人，硕士，讲师，研究方向为传统村落人居环境、城市更新与历史建筑保护；唐思琪（1996—），女，湖南岳阳人，硕士，研究员，研究方向为农机农艺融合；李明（1975—），男，湖南平江人，博士，研究员，博士研究生导师，研究方向为智慧农业装备与信息获取。

计算等颠覆性技术的深度渗透[12]、数据要素市场化配置[13]以及绿色低碳生产方式的全面转型[14-15]。在此过程中，农业劳动者、劳动资料、劳动对象传统三要素被赋予全新内涵：新型劳动者是具备数字素养的高素质农民[16]；新型劳动资料是以智能农机、物联网为代表的数字化基础设施[17]；新型劳动对象则转向多元化的食物供给体系[18]。罗必良[1]将其本质概括为由“颠覆性创新”引发的“基要性变革”；高原和马九杰[6]从政治经济学视角指出，这是对马克思生产力三要素的时代化重构；姜长云[19]、Xu 等[20]、Xie 等[21]归纳其具有“高科技、高效能、高质量”的核心特征。

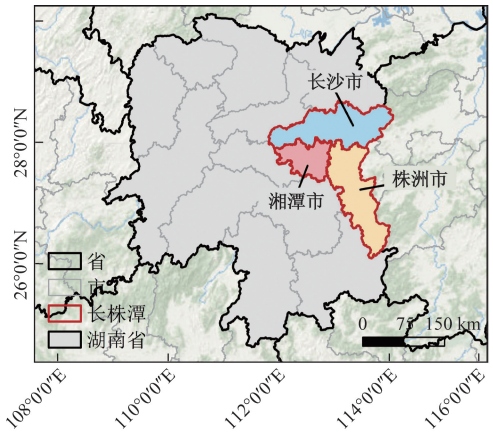
从测度方法来看，现有研究已初步构建涵盖创新驱动、数字赋能、绿色转型等多维度的评价指标体系。宁健康等[22]运用熵权法、区域差异分解法和障碍度模型揭示了中国农业新质生产力的时空演进规律；胡笑冉等[23]运用 DEA（数据包络分析）-Malmquist 模型和 Tobit 模型对河南省 18 地市农业新质生产力的变化特征进行测度比较并对其影响因素进行了实证分析；陈心露等[24]运用 Dagum 基尼系数及分解法对西部地区 11 个省域农业新质生产力发展水平进行测算并分析了其区域差异；余文学和张颖[25]则通过耦合协调度模型、空间自相关模型及冷热点分析模型对长三角新质生产力进行了分析；Jia 等[26]运用修正引力模型和社会网络分析探讨了农业新质生产力与强农业省份的空间相关性；Li 等[27]通过基线回归验证了气候风险对农业新质生产力的影响；Zhao 等[28]则采用双向固定效应模型、中介分析模型、阈值回归模型和空间杜宾模型，探讨了农业新质生产力对城乡一体化的传递机制及空间溢出效应。

综上所述，尽管学界在农业新质生产力的理论内涵、测度方法及宏观格局方面已取得丰硕成果，但仍存在以下拓展空间：①研究尺度多集中于全国或省域，倾向于揭示普适性的演化规律，缺乏对长株潭等典型都市圈内部精细化时空演变的实证考察；②指标体系对“新质”特征的刻画不够全面，尤其是对数字技术与绿色生态协同作用的量化不足；③机理分析多停留于定性描述，缺乏基于“要素-技术-空间-制度-生态”五维耦合视角的系统性归因与障碍因子动态识别。鉴于此，以长株潭都市圈为研究对象，构建涵盖创新驱动、数字赋能、绿色转型等多维度的评价指标体系，参考王丽双等[29]、樊艳翔等[30]、黄和平等[31]的研究方法，综合运用熵权-TOPSIS（逼近理想解排序）模型、耦合协调模型及障碍度模型，系统揭示 2014—2023 年该区域农业新质生产力的时空演进和耦合协调特征，同时识别其障碍因子，并从要素流动、技术渗透、空间重构、制度协同及生态约束 5 个维度深入解析其优化策略，以期为推动都市圈农业高质量发展、打造中部地区农业新质生产力高地提供理论支撑与决策参考。

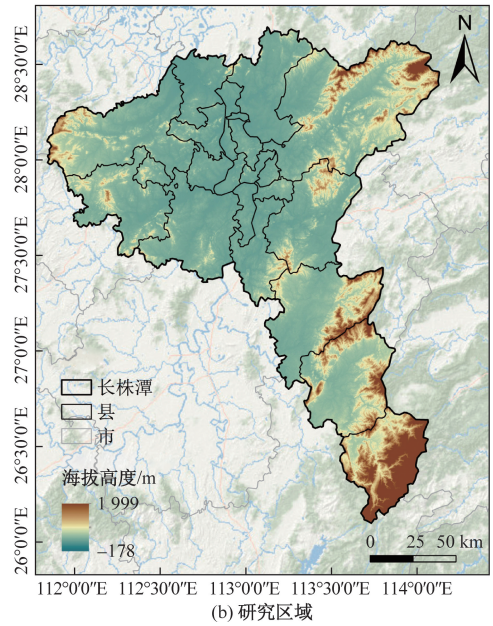
1　研究区概况、指标体系与研究方法

1.1　研究区概况

长株潭都市圈位于湖南省中东部，地处长江中游城市群核心地带，由长沙、株洲、湘潭三市组成，总面积约 2.8 万 km^2，是中部地区崛起的重要增长极和全国“两型社会”建设综合配套改革试验区（图 1）。该区域自然禀赋优越，属亚热带季风气候，



(a) 研究区域所在位置



(b) 研究区域

审图号：GS(2024)650 号

图 1　长株潭都市圈范围

湘江贯穿全境,水系发达,土壤肥沃,历来是湖南省乃至全国重要的粮食、生猪、蔬菜及特色经济作物生产基地。同时,长株潭拥有显著的科教与产业优势,长沙作为“工程机械之都”及种业创新高地,在人工智能、北斗应用等领域技术溢出效应明显;株洲与湘潭则在轨道交通、新材料及机电制造方面基础雄厚,为智能农机研发、农业数字化基础设施升级提供了坚实的工业支撑。随着《长株潭都市圈发展规划》的深入实施,3 市在交通互联、产业协同与生态共治等方面一体化进程加速,为农业新质生产力的培育创造了良好的制度与市场环境,但也面临着耕地资源碎片化、劳动力结构性短缺及绿色转型压力大等现实挑战,亟须通过科技创新驱动实现农业发展方式的根本性变革。鉴于统计数据的连续性、完整性及指标体系的科学性要求,以长沙、株洲、湘潭 3 个地级市为基本决策单元进行测度分析,时间跨度选定为 2014—2023 年。这一时期涵盖了“十三五”规划实施至“十四五”规划编制深化的关键阶段,能够完整反映新一轮科技革命背景下该区域农业从传统要素驱动向创新驱动转型的动态演进过程,确保研究结论的客观性与时效性。

1.2 指标体系构建

通过对文献进行系统性梳理,并结合近年来各类政策中的相关重要论述,参考姜彦坤[32]构建的评价指标体系,从创新驱动、数字赋能、绿色转型、要素升级 4 个维度构建长株潭都市圈农业新质生产力评价指标体系(表 1)。其创新之处在于:①摆脱了单一的规模产出导向,通过引入数字人才(X_8)与技术服务收入(X_7)等动态指标,刻画数字技术对农业生产函数的重构作用;②立足长株潭“工业驱动”与“两型约束”的双重特征,选取农业机械化水平与高强度减污指标,进一步揭示中观尺度下工业底蕴转化为农业新质生产力的独特路径,使评价结果更具地域解释力。

为确保数据的真实可靠,选取 2014—2023 年长沙、株洲、湘潭 3 市的面板数据作为研究对象。数据来源于《中国统计年鉴》《中国区域经济统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《湖南统计年鉴》、各地级市统计年鉴和统计公报等,部分缺失数据经线性插值法补全,处理方法为根据数据序列中需要插值的点左右邻近两个数据点进行缺失数值的估计。

1.3 研究方法

1.3.1 熵权-TOPSIS 模型

1)原始数据标准化处理

由于农业新质生产力发展水平的评价指标选取不同,其数值存在正负影响、单位影响等,因此采用离差标准化法来消除量纲不同对数据产生的影响。首先,对原始数据进行标准化处理,使其具有可比性。同时,为避免后续计算过程中出现 0 值,统一在所有标准化处理后的数据上加 0.000 1,其计算公式如下。

正向指标:

$$Y_{ij}=\frac{X_{ij}-\min X_j}{\max X_j-\min X_j}+0.000\ 1 \tag{1}$$

表 1 长株潭都市圈农业新质生产力发展水平评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标	三级指标	指标解释	单位	属性
农业新质生产力发展水平	创新驱动	创新投入	支农经费投入强度 X_1	农林水务支出/公共财政支出	%	正向
			科技经费投入强度 X_2	科技支出/公共财政支出	%	正向
		创新产出	粮食生产能力 X_3	粮食总产量/粮食播种面积	kg/hm²	正向
			发明专利授权量 X_4	国内发明专利申请授权量	件	正向
	数字赋能	数字基建	互联网普及率 X_5	人均互联网宽带接入端口数	%	正向
			数字信息化水平 X_6	光缆线路长度/地区面积	kg/km²	正向
		数字产业	信息技术、软件及技术服务收入水平 X_7	信息技术、软件及技术服务收入	万元	正向
		数字人才	数字行业从业人员占比 X_8	信息传输、软件、信息技术从业人员数/就业人口	%	正向
	绿色转型	减污降耗	农药使用强度 X_9	农药使用量/耕地面积	kg/hm²	负向
			农膜使用强度 X_{10}	农膜使用量/耕地面积	kg/hm²	负向
			化肥施用强度 X_{11}	化肥使用折纯量/耕地面积	kg/hm²	负向
			农业用水强度 X_{12}	农业用水总量/农业生产总值	m³/元	负向
	要素升级	装备升级	农业机械化水平 X_{13}	农业机械总动力/粮食播种面积	kW/hm²	正向
		人才升级	科技行业从业人员占比 X_{14}	科学研究与技术服务从业人数/就业人口	%	正向

负向指标：

$$Y_{ij}=\frac{\max X_j-X_{ij}}{\max X_j-\min X_j}+0.000\ 1 \tag{2}$$

式中：X_{ij} 为第 i 个样本第 j 项指标的原始值；Y_{ij} 为标准化后的值；$\max X_j$、$\min X_j$ 分别为指标的最大值和最小值。

2）熵权法确定权重

（1）计算比重 P_{ij}。

$$P_{ij}=\frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^{n}Y_{ij}} \tag{3}$$

（2）计算信息熵 e_j。

$$e_j=-k\sum_{i=1}^{n}(P_{ij}\ln P_{ij}) \tag{4}$$

式中：$k=\frac{1}{\ln n}$，n 为样本年份数。

（3）计算差异系数 d_j。

$$d_j=1-e_j \tag{5}$$

（4）确定权重 W_j。

$$W_j=\frac{d_j}{\sum_{j=1}^{m}d_j} \tag{6}$$

式中：m 为指标数 14。

3）TOPSIS 法综合测度

基于熵权法得出的权重 W_j，构建加权规范化矩阵 $\boldsymbol{Z}$：

$$Z_{ij}=W_jY_{ij} \tag{7}$$

式中：Z_{ij} 为 Z 中的元素。

（1）确定正负理想解 Z^+、Z^-。

正理想解：

$$Z^+=(\max Z_{1j},\max Z_{2j},\cdots,\max Z_{mj}) \tag{8}$$

负理想解：

$$Z^-=(\min Z_{1j},\min Z_{2j},\cdots,\min Z_{mj}) \tag{9}$$

（2）计算欧氏距离 D_i^+、D_i^-。

与正理想解距离：$D_i^+=\sqrt{\sum_{j=1}^{m}(Z_{ij}-Z_j^+)^2}$ (10)

与负理想解距离：$D_i^-=\sqrt{\sum_{j=1}^{m}(Z_{ij}-Z_j^-)^2}$ (11)

（3）计算相对贴近度，即综合得分 C_i。

$$C_i=\frac{D_i^-}{D_i^++D_i^-} \tag{12}$$

$C_i\in[0,1]$，C_i 值越大表示该年份或城市的农业新质生产力发展水平越高。

1.3.2　耦合协调模型

为探究创新驱动、数字赋能、绿色转型、要素升级 4 个子系统之间的相互作用与协同演化关系，构建耦合协调模型。假定 U_1、U_2、U_3、U_4 分别为 4 个子系统的综合得分。

（1）耦合度 C，反映系统间相互作用的强弱，公式为

$$C=\left[\frac{U_1U_2U_3U_4}{\left(\frac{U_1+U_2+U_3+U_4}{4}\right)^4}\right]^{\frac{1}{4}} \tag{13}$$

（2）协调度 D，综合考虑发展水平与耦合程度，公式为

$$D=\sqrt{CT} \tag{14}$$

式中：$D\in[0,1]$。

（3）子系统综合发展指数 T，反映子系统间整体协同效应，公式为

$$T=\alpha U_1+\beta U_2+\gamma U_3+\delta U_4 \tag{15}$$

式中：α、β、γ、δ 为待定系数，代表各子系统的相对重要程度，$\alpha+\beta+\gamma+\delta=1$，鉴于各子系统对农业新质生产力发展水平的贡献同等关键，因此设定 α、β、γ、δ 的值均相等。

1.3.3　障碍度模型

为精准识别制约长株潭都市圈农业新质生产力提升的关键因子，运用障碍度模型，通过计算指标偏离度与因子贡献度的乘积，量化各指标对系统发展的阻碍程度。

（1）指标偏离度 I_{ij}，表示单项指标标准化值与目标值的差距，计算公式为

$$I_{ij}=1-Y_{ij} \tag{16}$$

（2）因子贡献度 F_{ij} 计算公式为

$$F_{ij}=W_iW_{ij} \tag{17}$$

（3）障碍度 O_{ij}，计算公式为

$$O_{ij}=\frac{I_{ij}F_{ij}}{\sum_{j=1}^{m}(I_{ij}F_{ij})}\times 100\% \tag{18}$$

2　长株潭都市圈农业新质生产力发展水平时空演变

基于前述农业新质生产力评价指标体系与测度方法，进一步对长株潭都市圈（长沙市、株洲市、湘潭市）2014—2023 年农业新质生产力发展水平进行测度，并分析其时序演进特征与区域差异，以揭示都市圈尺度下农业新质生产力的时空演变规律，具体结果如表 2、图 2 所示。

表 2　2014—2023 年长株潭都市圈农业新质生产力发展水平排名

年份	城市	综合得分	排名
2014	长沙	0.365	2
	株洲	0.687	1
	湘潭	0.348	3
2015	长沙	0.373	2
	株洲	0.668	1
	湘潭	0.287	3
2016	长沙	0.404	2
	株洲	0.609	1
	湘潭	0.289	3
2017	长沙	0.421	2
	株洲	0.616	1
	湘潭	0.270	3
2018	长沙	0.446	2
	株洲	0.599	1
	湘潭	0.269	3
2019	长沙	0.380	2
	株洲	0.669	1
	湘潭	0.289	3
2020	长沙	0.442	2
	株洲	0.598	1
	湘潭	0.349	3
2021	长沙	0.488	2
	株洲	0.541	1
	湘潭	0.32	3
2022	长沙	0.503	2
	株洲	0.511	1
	湘潭	0.312	3
2023	长沙	0.474	2
	株洲	0.541	1
	湘潭	0.308	3

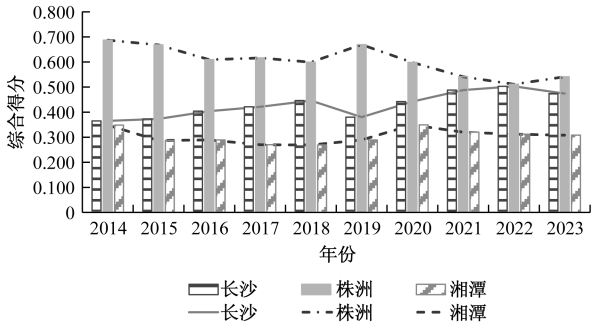


图 2　各城市不同年份综合得分对比

从表 2 和图 2 中 2014—2023 年的时序演变趋势看,长株潭都市圈农业新质生产力在贯穿“十三五”并步入“十四五”高质量发展阶段的过程中,整体呈现出明显的内部差异化与位次稳定性特征。根据测度结果,2014—2023 年,长株潭 3 市的农业新质生产力综合得分表现各异,并未呈现出完全同步的增长态势,这反映出在都市圈一体化进程中,各市受产业基础、科技投入强度及资源环境承载力等的不同影响,其农业现代化转型的节奏与力度存在显著差异。从整体格局观察,长株潭都市圈内部形成了由株洲领跑、长沙紧随、湘潭相对滞后的阶梯状发展态势。

就具体城市而言,株洲市在考察期内始终占据长株潭都市圈农业新质生产力的榜首位置。2014 年株洲市的综合得分达到 0.687,为全周期内的最高水平,展现出强劲的先发优势。尽管在随后的发展过程中,其得分呈现出一定的震荡回落态势,至 2022 年回落至 0.511,并在 2023 年小幅回升至 0.541,但其领先地位依然稳固。株洲市这种“高位运行、震荡调整”的特征,表明其在农业新质生产力的早期培育上具备较好的基础,但在由“高基数”向“更高质量”跨越的过程中,可能正经历着生产要素重组与传统动能转换的阵痛期。

长沙市则展现出了长株潭都市圈内最为显著的追赶态势与增长活力。2014 年长沙市的综合得分仅为 0.365,但在研究期内基本保持了稳步上升的势头,并在 2022 年达到峰值 0.503。虽然 2023 年得分略有回调,至 0.474,但其与株洲市之间的分差已由 2014 年的 0.322 大幅缩小至 2023 年的 0.067。长沙市作为省会城市,其在农业科技创新资源集聚、数字技术赋能以及高端农业人才引进方面的核心优势逐渐转化为现实生产力,推动了农业生产力水平实现从“中位”向“高位”的跨越,成为引领都市圈农业新质生产力增长的主要引擎。

相比之下,湘潭市的农业新质生产力发展水平在长株潭都市圈中处于相对弱势地位,且提升动能不足。其综合得分在 2014 年为 0.348,随后呈现波动下降趋势,多年维持在 0.3 以下或低位水平,2023 年得分为 0.308。从排名来看,湘潭市在 10 年间始终位列第 3,未能实现排名的突破。这种长期处于低位的状态,反映出湘潭市在农业生产力质态转型方面面临较大阻力,尤其是在农业科技转化效率、绿色生产模式推广以及数字化基础设施建设等关键维度上,可能存在较为明显的短板。总体而言,长株潭都市圈农业新质生产力形成了“株洲领先、长沙追赶、湘潭胶着”的格局,区域内市际差异与层级分化现象值得关注。

3　长株潭都市圈农业新质生产力耦合协调结果分析

参考王丽双等[29]、徐维祥等[33]、刘琳轲等[34]的研究,对农业新质生产力发展耦合协调水平进行划分,结果见表 3。

表 3　农业新质生产力发展协调度等级划分

发展阶段	耦合协调水平	耦合协调等级	D 的取值区间
失调阶段	[0,0.1)	极度失调	$0\leqslant D<0.4$
	[0.1,0.2)	严重失调	
	[0.2,0.3)	中度失调	
	[0.3,0.4)	轻度失调	
过渡阶段	[0.4,0.5)	濒临协调	$0.4\leqslant D<0.6$
	[0.5,0.6)	勉强协调	
协调阶段	[0.6,0.7)	初级协调	$0.6\leqslant D\leqslant1.0$
	[0.7,0.8)	中级协调	
	[0.8,0.9)	良好协调	
	[0.9,1.0]	优质协调	

3.1　两系统耦合协调结果分析

从创新驱动与数字赋能的耦合协调水平(图 3)来看,长株潭 3 市在 2014—2023 年均呈现出稳步上升的态势,反映了科技创新与数字技术在农业领域的深度融合趋势。长沙市凭借其省会城市的创新资源集聚优势,在北斗应用、种业创新等领域的研发产出有效带动了农业数字化水平的提升,使其在该维度的协同度增速领跑都市圈。然而,3 市普遍面临数字人才短缺(X_8)与信息技术产出水平(X_7)不高的共性障碍,导致创新驱动向数字生产力的转化效率仍有待优化。在创新驱动与绿色转型(图 4)及创新驱动与要素升级(图 5)的协同关系中,株洲市展现出较强的先发优势,其综合协调水平长期处于高位,这主要得益于其深厚的智能农机工业基础与对粮食生产能力的稳定投入。

数字赋能与绿色转型(图 6)以及数字赋能与要素升级(图 7)的耦合协调特征显示,数字化基础设施(X_5、X_6)的完善正在成为加速农业绿色发展与装备升级的关键催化剂。长株潭作为全国“两型社会”建设综合配套改革试验区,其数字赋能与绿色转型的协同演化呈现出由“磨合”向“协调”跨越的特征。相比之下,湘潭市在数字赋能与要素升级的协同上进展相对缓慢,数字化投入对农业机械化水平(X_{13})与人才素质升级(X_{14})的倍增效应尚未完全释放,导致其协调等级提升面临瓶颈。绿色转型与

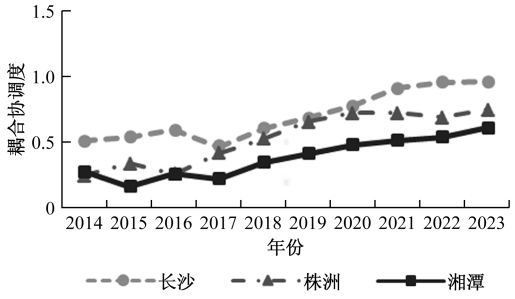


图 3　2014—2023 年 3 市创新驱动与数字赋能耦合协调水平

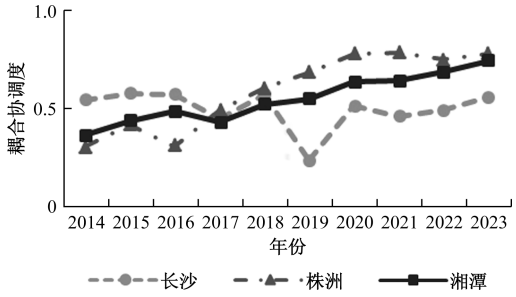


图 4　2014—2023 年 3 市创新驱动与绿色转型耦合协调水平

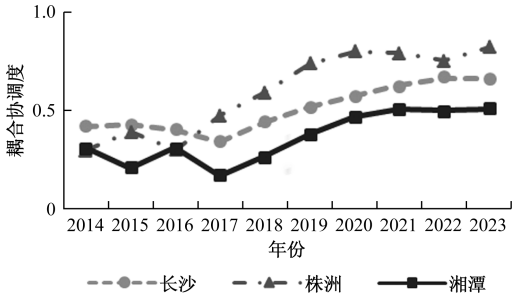


图 5　2014—2023 年 3 市创新驱动与要素升级耦合协调水平

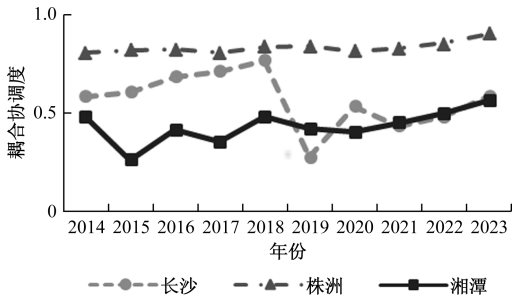


图 6　2014—2023 年 3 市数字赋能与绿色转型耦合协调水平

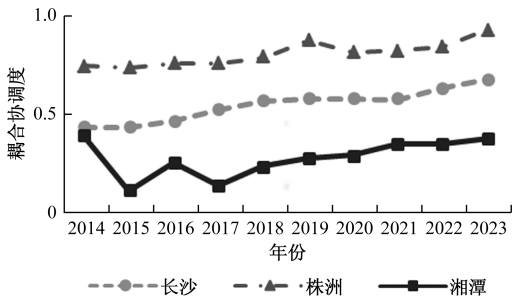


图 7　2014—2023 年 3 市数字赋能与要素升级耦合协调水平

要素升级的耦合协调水平(图 8)在 3 市中表现最为稳定,这表明区域内通过推广智能农机等新型劳动资料,已初步实现了农业产出增加与化肥农药减量(X_9、X_{11})的良性互动,生态约束机制已转化为推动生产力升级的正向驱动力。

3.2　四系统耦合协调结果分析

基于四系统整体耦合协调水平的演进轨迹(图 9)可以发现,2014—2023 年长株潭都市圈农业

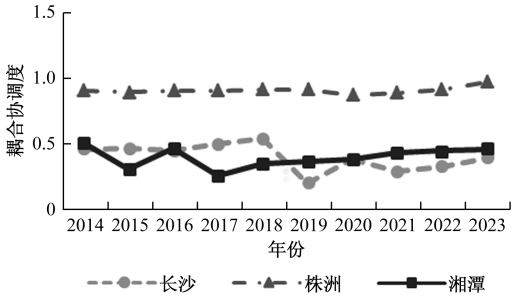


图 8　2014—2023 年 3 市绿色转型与要素升级耦合协调水平

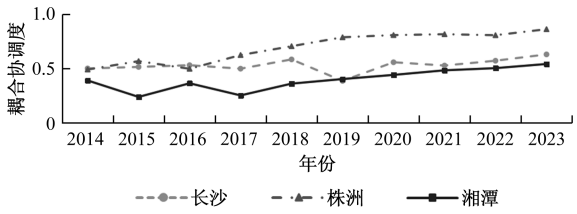


图 9　2014—2023 年 3 市 4 系统耦合协调水平

新质生产力正处于由“失调”向“过渡”乃至“协调”阶段转换的关键窗口期。株洲市在考察期内始终保持领先,其四系统协同水平率先跨越濒临协调线,步入勉强协调甚至初级协调阶段,体现出新质生产力三要素——新质劳动者、新质劳动资料与新质劳动对象在区域内部的较好适配。这种领先地位与其在创新投入(X_1、X_2)及工业支撑下的装备升级(X_{13})优势密不可分。

长沙市则在近年来展现出了强劲的赶超态势,其四系统耦合协调度从 2021 年的 0.518 持续优化至 2023 年的 0.620,成为区域内系统协同水平提升最快的增长极。这与其在“十四五”规划指导下强化省会赋能、推进数字化转型与要素集聚的战略部署高度一致。相比之下,湘潭市的整体耦合协调水平长期在“轻度失调”与“勉强协调”的过渡区间内徘徊,系统性短板依然存在。总体而言,长株潭都市圈内部形成了“株洲稳步引领、长沙强劲追赶、湘潭亟待突破”的梯度格局。未来需进一步发挥长沙与株洲的辐射带动作用,通过构建跨区域的制度协同机制与要素流动平台,补齐湘潭的数字化与技术渗透短板,从而实现全域农业新质生产力的优质协调演进。

4　长株潭都市圈农业新质生产力发展水平的障碍因子

通过对长株潭都市圈农业新质生产力水平的时空演变分析可以发现,区域内部存在显著的非均衡性特征。为精准识别制约各市农业新质生产力提升的关键因素,运用障碍度模型对各项指标进行诊断。通过量化指标偏离度与因子贡献度,能够有效识别制约长株潭都市圈由传统农业向高科技、高效能、高质量生产力质态转型的核心瓶颈,从而为“十五五”时期因地制宜发展农业新质生产力提供决策参考。

4.1　一级指标障碍因子分析

从表 4 长株潭都市圈农业新质生产力的一级指标障碍因子测算结果来看,2014—2023 年,长株潭 3 市的一级指标障碍度均值排序呈现出高度的一致性,具体表现为数字赋能>创新驱动>要素升级>绿色转型。这一排序清晰地表明,数字技术在农业领域的渗透不足与转化滞后是当前制约区域农业新质生产力跨越式发展的首要障碍。

具体来看,数字赋能维度的障碍度在 3 市中均处于绝对高位,其中长沙市、株洲市和湘潭市的障碍度均值分别为 0.536、0.618 和 0.635。这反映出尽管长株潭都市圈拥有显著的工业与科教优势,但在将大数据、人工智能、云计算等新一代信息技术与农业生产深度融合的过程中,仍面临基础设施不完备或应用场景不丰富的严峻挑战。创新驱动作为

表 4　2014—2023 年长株潭都市圈农业新质生产力一级指标障碍因子

城市	一级指标	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	均值
长沙	创新驱动	0.242	0.239	0.266	0.296	0.299	0.264	0.239	0.186	0.205	0.256	0.249
	数字赋能	0.593	0.594	0.549	0.527	0.516	0.523	0.543	0.555	0.514	0.447	0.536
	绿色转型	0.044	0.042	0.046	0.044	0.044	0.077	0.074	0.090	0.100	0.103	0.066
	要素升级	0.121	0.124	0.139	0.133	0.141	0.136	0.145	0.169	0.182	0.194	0.148
株洲	创新驱动	0.322	0.319	0.328	0.319	0.321	0.333	0.278	0.287	0.312	0.348	0.317
	数字赋能	0.613	0.609	0.604	0.614	0.615	0.613	0.640	0.636	0.621	0.618	0.618
	绿色转型	0.015	0.012	0.015	0.017	0.018	0.033	0.032	0.030	0.026	0.028	0.023
	要素升级	0.050	0.059	0.053	0.050	0.047	0.021	0.050	0.047	0.042	0.006	0.042
湘潭	创新驱动	0.245	0.226	0.230	0.229	0.229	0.209	0.177	0.185	0.184	0.180	0.209
	数字赋能	0.611	0.626	0.629	0.621	0.619	0.629	0.657	0.651	0.652	0.652	0.635
	绿色转型	0.040	0.033	0.029	0.033	0.033	0.044	0.046	0.046	0.042	0.040	0.039
	要素升级	0.104	0.115	0.111	0.117	0.120	0.118	0.120	0.118	0.122	0.128	0.117

农业新质生产力的核心动能，其障碍度在 3 市中均位列第 2，且呈现出一定的地域差异。株洲市在此方面的障碍度均值为 0.317，明显高于长沙的 0.249 和湘潭的 0.209，表明株洲虽然在综合得分上领先，但在持续保持农业科研投入强度及专利产出效率上面临着更严峻的挑战。相比之下，要素升级和绿色转型的障碍度均处于较低水平，尤其是绿色转型的障碍度均值在 3 市中均未超过 0.1，这充分印证了长株潭作为全国“两型社会”建设综合配套改革试验区，在农业减污降耗、绿色化转型方面已取得显著成效，其对系统发展的阻碍作用已大幅削减。

4.2　三级指标障碍因子分析

2014—2023 年长株潭都市圈农业新质生产力三级指标障碍因子与障碍度见表 5。深入诊断三级指标的障碍度分布可以发现，长株潭 3 市在三级指标层面存在明显的共性障碍因子，主要表现为数字人才匮乏（X_8）与信息技术产业化能力薄弱（X_7）。这一结果表明，高素质数字化劳动者的结构性短缺以及数字技术向农业实际产出的转化效率偏低，是制约区域全要素生产率跃升的核心痛点。

就各市的具体表现而言，长沙市数字行业从业人员占比（X_8）的障碍度随年份稳步上升，到2023 年已高达 0.446，均值为 0.319，成为制约省会城市农业新质生产力更进一步的最强阻力。这说明尽管长沙科教资源丰富，但真正下沉到农村、服务于农业数字化转型的专业化人才依然严重匮乏。株洲市的障碍因子则高度集中在数字产业领域，信息技术、软件及技术服务收入水平（X_7）以 0.265 的障碍度均值居首，其次为数字信息化水平（X_6，0.211）和发明专利授权量（X_4，0.193）。这说明株洲在迈向更高质量发展模式的过程中，受限于农业科研成果的专利化速度及数字产业对农业的实际贡献度。湘

表 5　2014—2023 年长株潭都市圈农业新质生产力三级指标障碍因子

城市	年份	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}
长沙	2014	0.054	0.051	0.040	0.097	0.096	0.101	0.158	0.238	0.001	0.025	0.014	0.003	0.021	0.100
	2015	0.054	0.053	0.034	0.097	0.095	0.091	0.159	0.249	0.000	0.026	0.014	0.002	0.020	0.104
	2016	0.059	0.062	0.042	0.103	0.028	0.083	0.162	0.276	0.002	0.027	0.014	0.004	0.020	0.119
	2017	0.073	0.060	0.046	0.117	0.023	0.075	0.154	0.275	0.002	0.025	0.012	0.005	0.014	0.119
	2018	0.081	0.062	0.046	0.109	0.000	0.066	0.149	0.301	0.002	0.027	0.011	0.004	0.010	0.131
	2019	0.084	0.053	0.026	0.101	0.029	0.069	0.129	0.295	0.008	0.038	0.027	0.004	0.009	0.126
	2020	0.091	0.053	0.037	0.058	0.040	0.075	0.108	0.319	0.007	0.040	0.027	0.000	0.006	0.139
	2021	0.102	0.049	0.030	0.005	0.042	0.064	0.073	0.377	0.013	0.046	0.029	0.002	0.005	0.164
	2022	0.111	0.044	0.049	0.000	0.019	0.045	0.040	0.410	0.014	0.051	0.031	0.004	0.003	0.179
	2023	0.122	0.047	0.037	0.050	0.001	0.000	0.000	0.446	0.016	0.056	0.031	0.000	0.000	0.194
	均值	0.083	0.053	0.039	0.074	0.037	0.067	0.113	0.319	0.006	0.036	0.021	0.003	0.011	0.138
株洲	2014	0.042	0.074	0.029	0.176	0.134	0.193	0.259	0.027	0.005	0.000	0.003	0.007	0.039	0.011
	2015	0.047	0.067	0.030	0.176	0.133	0.193	0.261	0.022	0.007	0.000	0.002	0.003	0.039	0.020
	2016	0.045	0.074	0.031	0.178	0.130	0.196	0.257	0.021	0.006	0.001	0.002	0.006	0.036	0.017
	2017	0.054	0.062	0.021	0.182	0.123	0.196	0.254	0.041	0.007	0.001	0.001	0.007	0.028	0.022
	2018	0.060	0.050	0.024	0.187	0.109	0.199	0.264	0.044	0.008	0.003	0.000	0.006	0.025	0.022
	2019	0.071	0.041	0.008	0.212	0.088	0.226	0.293	0.007	0.017	0.006	0.008	0.003	0.021	0.000
	2020	0.065	0.000	0.020	0.194	0.076	0.216	0.269	0.078	0.015	0.007	0.006	0.004	0.012	0.037
	2021	0.058	0.018	0.018	0.193	0.076	0.220	0.260	0.080	0.013	0.008	0.004	0.004	0.009	0.039
	2022	0.077	0.003	0.036	0.195	0.072	0.221	0.254	0.074	0.015	0.005	0.004	0.002	0.007	0.035
	2023	0.082	0.009	0.020	0.237	0.081	0.254	0.283	0.000	0.015	0.010	0.002	0.000	0.001	0.005
	均值	0.060	0.040	0.024	0.193	0.102	0.211	0.265	0.039	0.011	0.004	0.003	0.004	0.022	0.021
湘潭	2014	0.024	0.060	0.016	0.145	0.101	0.133	0.215	0.161	0.009	0.003	0.014	0.014	0.028	0.076
	2015	0.020	0.058	0.013	0.136	0.093	0.124	0.202	0.207	0.008	0.003	0.011	0.011	0.026	0.089
	2016	0.020	0.058	0.013	0.139	0.094	0.127	0.208	0.199	0.007	0.003	0.011	0.009	0.025	0.086
	2017	0.029	0.046	0.017	0.136	0.087	0.113	0.203	0.218	0.009	0.003	0.011	0.010	0.021	0.095
	2018	0.036	0.036	0.016	0.140	0.079	0.093	0.213	0.234	0.011	0.003	0.011	0.008	0.019	0.100
	2019	0.033	0.034	0.000	0.142	0.064	0.115	0.215	0.235	0.016	0.005	0.014	0.009	0.016	0.102
	2020	0.011	0.018	0.005	0.143	0.064	0.119	0.223	0.250	0.017	0.005	0.013	0.010	0.012	0.108
	2021	0.010	0.029	0.005	0.142	0.057	0.120	0.227	0.247	0.016	0.006	0.013	0.012	0.013	0.106
	2022	0.005	0.018	0.016	0.146	0.049	0.119	0.227	0.257	0.015	0.006	0.011	0.010	0.011	0.110
	2023	0.000	0.019	0.006	0.156	0.043	0.105	0.236	0.268	0.017	0.006	0.011	0.005	0.012	0.116
	均值	0.019	0.038	0.011	0.142	0.073	0.117	0.217	0.228	0.012	0.004	0.012	0.010	0.018	0.099

潭市的障碍分布特征与株洲类似,数字行业从业人员占比(X_8,0.228)和信息技术、软件及技术服务收入水平(X_7,0.217)是其最突出的薄弱环节。值得关注的是,三市在农药使用强度(X_9)、农膜使用强度(X_{10})、化肥施用强度(X_{11})及农业用水强度(X_{12})4个指标上的障碍度极低,均值多处于0.003~0.036的区间内。这表明,在生态约束机制的倒逼下,长株潭3市已基本摆脱了传统"粗放式"投入对生产力的负面影响,未来促进农业新质生产力发展的关键已由"减污"转向"向科技要效益"和"向人才要活力"。

站在"十五五"规划的前瞻视角下,长株潭都市圈应聚焦上述核心指标,重点突破数字人才下乡的制度壁垒,加大对智能农机等新型劳动资料的推广力度,通过"要素流动-技术渗透-空间重构-制度协同-生态约束"的五维协同,彻底打破位次停滞的"胶着"格局。

5 长株潭都市圈农业新质生产力优化策略

长株潭都市圈农业新质生产力的时空演变并非单一要素的线性增长,而是要素流动、技术渗透、空间重构、制度协同与生态约束5大动力机制相互交织、共同驱动的系统性过程。针对前文诊断出的数字赋能子系统严重滞后、区域内部呈现"阶梯状"分化以及湘潭市长期处于勉强协调边缘等现实问题,亟须通过五维机制的协同作用来重构新质劳动者、新质劳动资料与新质劳动对象,从而打破位次停滞的"胶着"格局,实现全域全要素生产率的质变与跃升。

5.1 要素流动与技术渗透协同破解数字赋能瓶颈

针对障碍诊断结果,数字行业从业人员占比(X_8)与信息技术、软件及技术服务收入水平(X_7)已成为制约长株潭全域农业新质生产力提升的首要瓶颈。突破这一困境,关键在于强化要素流动与技术渗透的耦合协同效应,而分布于长株潭的各省级以上农业科技园区(表6)正是实现这一效应的核心空间载体。要素流动作为驱动演变的基础动力,其核心在于发挥长沙作为科教高地的辐射功能,依托望城、宁乡及长沙县等国家级农业科技园区的人才集聚优势,推动高端人才、先进资本与海量农业大数据向湘潭、茶陵、炎陵等周边地区的省级园区有序流动。这种基于园区的流动机制能有效缓解X_8指标的结构性短缺,为农业新质生产力的培育注入核心动能。在此基础上,技术渗透机制则通过引入人工智能、涉农生物技术等颠覆性手段,将这些数据要素高效转化为实际产出,从而直接提升X_7所代表的技术产出效率。要素流动与技术渗透相互耦合、互为支撑,不仅能够优化数字赋能子系统的权重结构,更能在实质上推动新一代信息技术与农业生产的深度融合,助力农业生产实现从传统自动化向智慧化的跨越。

表6 长株潭省级以上农业科技园区名单

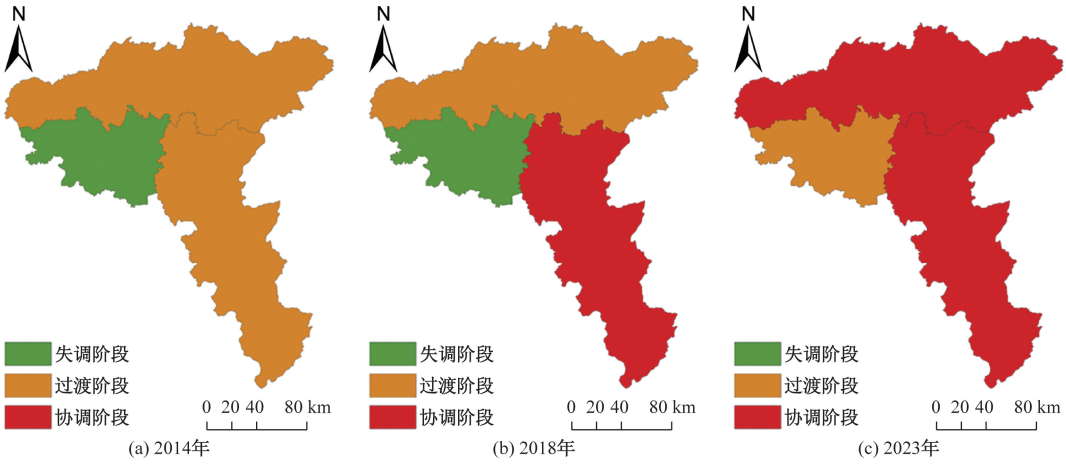
农业科技园区	级别	获批时间
望城国家农业科技园区	国家级	2001年
湘潭国家农业科技园区	国家级	2013年
宁乡国家农业科技园区	国家级	2015年
浏阳市省级农业科技园区	省级	2001年
茶陵县省级农业科技园区	省级	2015年
炎陵县省级农业科技园区	省级	2015年
湘潭县省级农业科技园区	省级	2014年
韶山市省级农业科技园区	省级	2013年
湘潭市雨湖区省级农业科技园区	省级	2019年
长沙县国家农业科技园区	国家级	2025年

5.2 "空间重构-制度协同"消除区域层级分化

长株潭内部呈现的"株洲领跑、长沙追赶、湘潭滞后"的差异化格局,反映了区域内部存在显著的层级分化与空间异质性。为破解这一难题,需通过空间重构与制度协同的双轮驱动。优化长株潭农业生产力的空间布局,重点发挥长沙在涉农科研、北斗应用源头创新上的策源功能,以及株洲在智能农机研发、高端农业装备制造上的转化优势,通过研发与应用的双核联动机制,依托都市圈一体化建设打破行政界限对生产力发展的束缚。与此同时,针对跨区域要素流动中存在的制度壁垒,通过构建统一的创新合作平台、互认的人才引进政策以及共享的科技成果转化基金,为空间重构提供软性制度保障。尤其是针对湘潭市在4系统耦合中长期徘徊于失调边缘的现状,制度协同的核心在于释放政策红利,引导数字人才与技术装备向湘潭定向溢出,补齐其在数字化与技术渗透上的短板,推动长株潭都市圈农业新质生产力由离散的单点分布向网络化、集群化的协同演进范式转变,最终实现全域优质协调的目标(图10)。

5.3 生态约束与要素升级引领高质量协同演化

测度结果显示,长株潭都市圈绿色转型障碍度最低,且4系统耦合协调度已呈现由失调向协调过渡的良好态势(图9)。这一成效的深层原因在于生态约束机制与要素升级机制的良性互动。通过严格执行农药、农膜及化肥施用强度(X_9、X_{10}、X_{11})的负向减量控制,生态约束从源头上遏制面源污染的同时,推动农业装备(X_{13})向智能化、精准化方向升



审图号:GS(2024)650 号

图 10　2014 年、2018 年、2023 年长株潭都市圈农业新质生产力空间演变

级,以低耗高效的作业方式替代高强度的化学投入;人才素质(X_{14})向绿色技能、数字素养拓展,使农业生产经营主体具备践行绿色理念的能力储备。这种由生态约束引领的要素升级,本质上是将绿色发展理念内化为生产力的质态要求,倒逼农业经济由传统"粗放式"投入向"集约型"转变。在"两型社会"建设经验的指引下,绿色生产力已成为衡量区域竞争力的核心指标,促使各市在提升粮食生产能力的同时,更加注重水资源集约利用与面源污染的协同治理,推动农业生产全过程与新发展理念深度契合,为长株潭都市圈农业新质生产力由量态扩张走向质态跃升、打造中部地区农业新质生产力高地提供绿色样板。

5.4　五维联动:迈向优质协调的系统路径

长株潭都市圈农业新质生产力的全域协调发展最终依赖于要素、技术、空间、制度与生态 5 大维度的系统协同。要素流动提供核心动能,技术渗透提供变革手段,空间重构优化载体形态,制度协同提供支撑保障,而生态约束则界定了发展的红线与方向。五维协同效应形成的系统合力,有效破解了 3 市在不同发展阶段面临的各类障碍因子。只有当这 5 个维度形成同频共振,长株潭都市圈才能真正打破区域壁垒与分化格局,实现从"株洲领先、长沙追赶"向全域"优质协调"发展的范式转变,为保障国家粮食安全与推动农业现代化建设提供持久动力。

6　结论与讨论

6.1　结论

通过对 2014—2023 年长株潭都市圈农业新质生产力的时序演变、障碍因子及耦合协调水平的系统测度,得出如下结论。

(1)长株潭都市圈农业新质生产力内部呈现出非均衡发展的态势,3 市综合得分在研究期内表现出显著的位次稳定性,形成了"株洲领跑、长沙紧随、湘潭相对滞后"的阶梯状格局。

(2)在系统协同演化方面,长株潭都市圈 4 系统耦合协调度经历了由失调向协调转换的过渡窗口期,株洲市率先步入中级协调阶段,长沙市则展现出强劲的后发追赶势头,而湘潭市长期处于勉强协调的边缘,系统内部的异质性与路径依赖特征依然显著。

(3)从障碍因子诊断来看,数字赋能是制约全域农业新质生产力跃升的首要瓶颈,其障碍度均值显著高于创新驱动、要素升级与绿色转型,这表明数字技术向农业生产渗透的路径仍面临结构性制约。深入三级指标发现,数字行业从业人员占比(X_8)与信息技术服务收入水平(X_7)的匮乏是影响 3 市协调发展的共同痛点。

6.2　讨论

针对上述研究发现,长株潭都市圈在"十五五"期间应从以下几个维度协同发力。①强化科技创新的主导地位,突出新质劳动资料的引领作用,通过实施"藏粮双十工程"推动良田、良种、良机、良法深度集成。长沙与株洲应充分发挥"领头羊"优势,聚焦农业智能装备、生物育种等关键领域,加大支农与科技经费的投入强度,实现关键核心技术的突破与成果转化,由长沙岳麓山实验室牵头建立"种业硅谷"科技成果跨市转化中心,在株洲、湘潭建设高标准"育种孵化基地",将实验室成果直接下沉至田间地头。②深化数字化转型,补齐数字赋能短板。应重点突破数字人才下乡的制度壁垒,通过提

升互联网普及率与数字行业从业人员比重,驱动数据要素在种植、加工及销售环节的高效流动,以数字化赋能提升全要素生产率。例如,推广农耕育种的云平台应用,在湘潭等数字化洼地优先部署5G智慧农场监测节点,通过发放数字农业专项津贴吸引长沙互联网科技企业入驻乡镇设立服务站。③构建跨区域协同互动体系,消除层级分化。应通过构建创新合作平台,促进长沙的科创资源与株洲的工业底蕴向湘潭辐射,打破空间重构中的地理束缚,推动都市圈由点状突破向全域优质协调发展范式转变,尝试建立3市共享的农业装备,支持株洲农机制造企业为长沙、湘潭农户提供定制化租赁服务,实现存量农机的高效流转。④坚持绿色发展底色,利用绿色生产力赋能高质量转型。在严守生态约束红线的前提下,应通过推广低碳循环模式,提升获证绿色食品单位数量,立足"一江两岸、生态绿心"格局,构建防控与增值双向发力的绿色闭环,确保农业生产全过程符合新发展理念,将生态资源优势转化为农业核心竞争力,其举措可包括联合打造"长株潭绿心有机农业带",统一3市绿色标识认证标准,并在政府采购、商超配送等渠道给予生态农产品优先准入份额,变绿色生态为经济红利。

由于受限于数据获取的真实性与时效性,在研究区域的尺度和评价指标体系的构建上仍存在进一步优化的空间。目前各项原始数据虽主要来源于官方统计年鉴,但对于农业新质生产力中某些前沿特征指标(如无人农场覆盖率、农业无人机应用率等)的刻画尚不够精准。未来的研究可尝试引入更微观的数据,并结合"十五五"规划背景,动态追踪"要素-技术-空间-制度-生态"五维协同效应在不同政策干预下的演化轨迹。此外,探讨长株潭都市圈与长三角、珠三角等先进区域在农业新质生产力发展路径上的对比分析,也将为中国粮食主产区实现农业现代化提供更具普适性的理论支撑与实践参考。

参考文献

[1] 罗必良. 新质生产力:颠覆性创新与基要性变革:兼论农业高质量发展的本质规定和努力方向[J]. 中国农村经济,2024(8):2-26.

[2] LIN L, GU T, SHI Y. The influence of new quality productive forces on high-quality agricultural development in china: mechanisms and empirical testing[J]. Agriculture, 2024, 14: 1022.

[3] 中华人民共和国中央人民政府. 中国共产党第二十届中央委员会第四次全体会议公报[EB/OL]. (2025-10-23)[2025-11-26]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202510/content_7045444.htm.

[4] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央 国务院关于锚定农业农村现代化 扎实推进乡村全面振兴的意见[EB/OL]. (2026-02-03)[2026-03-09]. https://www.gov.cn/zhengce/202602/content_7056930.htm.

[5] 中华人民共和国中央人民政府. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议[EB/OL]. (2025-10-28)[2026-03-09]. https://www.gov.cn/zhengce/202510/content_7046050.htm.

[6] 高原,马九杰. 农业新质生产力:一个政治经济学的视角[J]. 农业经济问题,2024(4):81-94.

[7] 樊胜根. 发展农业领域新质生产力助力农业现代化[J]. 人民论坛·学术前沿,2024(13):87-94.

[8] 姚毓春. 以新质生产力引领农业强国建设:内在要求与实现路径[J]. 人民论坛·学术前沿,2024(10):40-46.

[9] HUANG Q, GUO W, WANG Y. A study of the impact of new quality productive forces on agricultural modernization: empirical evidence from China[J]. Agriculture, 2024, 14: 1935.

[10] 罗必良,耿鹏鹏. 农业新质生产力:理论脉络、基本内核与提升路径[J]. 农业经济问题,2024(4):13-26.

[11] LEI X, ZHAO W, DU H. Study on the impact of new quality productive forces on agricultural green production efficiency[J]. Scientific Reports, 2025, 15: 20652.

[12] 王丹,罗章松. 低空经济赋能农业新质生产力发展:角色扮演、现实壁垒与破解之道[J]. 农林经济管理学报,2025,24(2):165-173.

[13] 陈鸣,王志帆. 以"数"赋能,向"新"提质:数据要素市场化与城市新质生产力[J/OL]. 重庆大学学报(社会科学版),1-13[2026-03-18]. https://link.cnki.net/urlid/50.1023.C.20241129.0928.002.

[14] 刘雨昂,马丽. 新质生产力赋能农业绿色发展:理论逻辑、现实挑战与实践路径[J]. 云南农业大学学报(社会科学),2025,19(2):20-26.

[15] LIU H M, LI X X. How digital technology can improve new quality productive forces? perspective of total factor agricultural carbon productivity[J]. Journal of Asian Economics, 2025, 98: 101921.

[16] 杨向玥,李尧远,赵振铎. 农业新质生产力的影响因素探究及发展对策建议:基于水平测算、演变格局与区域差异分析[J]. 当代农村财经,2024(8):2-6.

[17] 张旭艺,孙晓,杨鹏,等. 农业数字孪生概念内涵、技术框架与应用进展[J]. 中国农业资源与区划,2025,46(11):196-207.

[18] 孙中叶,杨传宇,夏雨涵. 大食物观下粮食安全的转型逻辑、现实挑战与实现路径[J]. 中国农业大学学报(社会科学版),2025,42(4):124-139.

[19] 姜长云. 农业新质生产力:内涵特征、发展重点、面临制约和政策建议[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2024,24(3):1-17.

[20] XU Y, ZHANG Y, WANG S, et al. Internal mechanism and empirical analysis of digital economy's impact

on agricultural new quality productive forces: evidence from China[J]. Sustainability, 2025, 17: 6844.

[21] XIE H L, RAO S M, CHEN B. The mechanism and key pathways of new quality productive forces in empowering the high-quality agriculturaldevelopment[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2025, 33(12): 2474-2484.

[22] 宁健康, 王贵荣, 孟晓娴, 等. 我国农业新质生产力: 统计测度与时空演进[J]. 调研世界, 2025(7): 26-39.

[23] 胡笑冉, 何静, 宗传宏. 农业新质生产力的影响因素及发展思路研究: 基于 DEA-Tobit 模型的河南省 18 地市测度比较[J]. 上海管理科学, 2025, 47(1): 67-72.

[24] 陈心露, 杨夏妮, 吴以. 西部地区农业新质生产力发展水平区域差异的实证分析: 基于西部地区 11 个省域面板数据[J]. 云南农业大学学报(社会科学), 2025, 19(2): 43-51.

[25] 余文学, 张颖. 长三角新质生产力与城乡融合耦合协调时空分析[J]. 河南科学, 2025, 43(3): 446-456.

[26] JIA X, YANG M, ZHU T. Spatial correlation of agricultural new productive forces and strong agricultural province in Anhui Province of China[J]. Sustainability, 2025, 17: 6719.

[27] LI H, GAN Z, LU H. The impact of climate risk on agricultural new quality productive forces: evidence from panel data of 31 provinces in China[J]. Sustainability, 2025, 17: 7566.

[28] ZHAO C, WANG S, XU Y, et al. The transmission mechanism and spatial spillover effect of agricultural new quality productive forces on urban-rural integration: evidence from China[J]. Sustainability, 2025, 17: 6360.

[29] 王丽双, 傅新红, 蒋浩, 等. 农业新质生产力测度、区域差异及耦合协调研究[J]. 农林经济管理学报, 2025, 24(1): 55-64.

[30] 樊艳翔, 贺苗, 褚星波, 等. 新质生产力水平测度、演化及障碍度识别[J]. 地域研究与开发, 2025, 44(6): 1-10.

[31] 黄和平, 许梦园, 甘仙女. 基于熵权-TOPSIS 法的农业新质生产力评价与障碍分析[J/OL]. 中国生态农业学报(中英文), 1-15[2026-03-18]. https://link.cnki.net/urlid/13.1432.S.20260127.1710.001.

[32] 姜彦坤. 粮食主产区农业新质生产力: 水平测度、区域差异及障碍诊断[J]. 湖北社会科学, 2024(5): 97-106.

[33] 徐维祥, 李露, 周建平, 等. 乡村振兴与新型城镇化耦合协调的动态演进及其驱动机制[J]. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2044-2062.

[34] 刘琳轲, 梁流涛, 高攀, 等. 黄河流域生态保护与高质量发展的耦合关系及交互响应[J]. 自然资源学报, 2021, 36(1): 176-195.

Spatial-temporal Evolution, Obstacle Factors and Coupling Coordination of Development Level of New Quality Productivity in Agriculture in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Metropolitan Circle

ZENG Qunhua[1,2], LIU Fuxuan[3], LI Dan[3], TANG Siqi[1,2], LI Ming[1,2]

(1. Hunan Agricultural Equipment Research Institute, Changsha 410128, China; 2. Hunan Yuelu Mountain Laboratory, Changsha 410128, China; 3. School of Architecture and Design, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

Abstract: Agricultural new quality productive forces serve as the core driving force for agricultural and rural modernization, and are also key to overcoming bottlenecks in agricultural development and reshaping new competitive advantages for the industry. Although previous research has made some progress, limitations remain, including a tendency toward a macro-level perspective, insufficient coverage of the synergistic dimensions of digital and green development in indicator systems, and a lack of systematic attribution in the analysis of driving mechanisms. The Changsha-Zhuzhou-Xiangtan metropolitan area was selected as the research object. An evaluation index system for agricultural new quality productive forces was constructed, encompassing four dimensions: innovation-driven development, digital empowerment, green transformation, and factor upgrading. The entropy-weighted TOPSIS model was adopted to measure the levels of agricultural new quality productive forces in Changsha, Zhuzhou, and Xiangtan from 2014 to 2023, and their spatiotemporal evolution characteristics were revealed. A coupling coordination model was employed to analyze the co-evolutionary characteristics of the four subsystems, and an obstacle degree model was used to identify the primary hindering factors. The findings are as follows. The agricultural new quality productive forces in the Changsha-Zhuzhou-Xiangtan metropolitan area exhibit a tiered pattern of "Zhuzhou leading, Changsha catching up, and Xiangtan lagging behind". The rankings remain highly stable, and regional disparities are significant. The overall coupling coordination degree of the four subsystems transitions from disharmony to coordination. Zhuzhou was the first to enter the intermediate coordination stage. Changsha is catching up rapidly, while Xiangtan has long hovered on the verge of barely achieving coordination. Digital empowerment is the primary bottleneck constraining development across the entire region. The proportion of employees in the digital sector and the income levels from information technology, software, and technical services are common barrier factors. Green transformation presents the lowest level of obstacles, indicating significant achievements in building a "resource-conserving and environmentally friendly society." The driving mechanisms of spatiotemporal evolution can be summarized as the synergistic interaction of five dimensions: factor mobility, technological penetration, spatial restructuring, institutional coordination, and ecological constraints. These findings can provide a theoretical basis and practical reference for fostering agricultural new quality productive forces in metropolitan areas and promoting regional integrated development.

Keywords: Changsha-Zhuzhou-Xiangtan Metropolitan Area; new quality of agricultural productivity; temporal-spatial evolution; obstructive factors; coupling coordination